

УДК 796.015.6:616-072.7

ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ НАГРУЗОЧНЫХ ПРОБ В СПОРТЕ**Прокопьев Н.Я., Колунин Е.Т., Гуртовая М.Н., Митасов Д.И.***ФГБОУ ВПО «Тюменский государственный университет», Тюмень, e-mail: pronik44@mail.ru*

В современной спортивной медицине для экстренного контроля за состоянием функциональных систем физкультурников и спортсменов, включая сердечно-сосудистую систему, используются различные пробы и тесты. Для квалифицированного суждения о функциональном состоянии сердечно-сосудистой системы важно знать её исходные показатели, включая частоту сердечных сокращений и различные виды артериального давления, сравнение с которыми позволит объективно оценить настоящее состояние организма. Проведен разбор и анализ клинического применения используемой для нетренированных спортсменов и начинающих физкультурников пробы Мартинэ–Кушелевского. Детально рассмотрены разночтения при проведении пробы Руффье. Показаны недостатки применения в практике спортивной медицины Гарвардского степ-теста, и прежде всего то, что при нем не учитывается длина и масса тела, длина ног, индивидуальная реактивность сердечно-сосудистой системы в первую минуту восстановления, что приводит к получению различной по величине работы. Данный тест не даёт возможности определить количественные величины максимального потребления кислорода. К недостаткам степ-теста по В.Л. Карпману относится то, не проводится оценка центральной гемодинамики 3-минутного отрезка времени, который испытуемый проводит сидя на ступеньке после выполнения первой нагрузки.

Ключевые слова: спортивная медицина, функциональные пробы**PHYSIOLOGICAL APPROACHES TO ESTIMATING FUNCTIONAL LOAD TESTS IN SPORTS****Procopiev N.Y., Kolunin E.T., Gurtovaya M.N., Mitsov D.I.***Tyumen State University, Tyumen, e-mail: pronik44@mail.ru*

In modern sports medicine for emergency control of the functional State of the functional systems of athletes and sportsmen, including the cardiovascular system, uses a variety of samples and tests. For the qualified judgment on the functional State of the cardiovascular system, it is important to know the benchmarks, including heart rate and blood pressure, which will assess the current state of the body. A review and analysis of the clinical application of the non-trained athletes and budding athletes sample Martiné-Kušelevskogo. Detail differences in the samples Ruff'e. Showing flaws in the practice of sports medicine, Harvard step test, and, above all, that it does not take into account body weight and length, leg length, individual cardiovascular reactivity in the first minute of recovery, resulting in different.

Keywords: sports medicine, functional tests

В практике современной спортивной медицины интегральным показателем деятельности функциональных систем важнейшей в плане экстренного контроля является сердечно-сосудистая система. Исследование её функционального состояния у физкультурников и спортсменов, а также в клинической практике осуществляется как в состоянии т.н. физиологического покоя, так и различной по интенсивности, продолжительности и форме воздействия физической нагрузки. С позиций спортивной медицины это правильно, т.к. для квалифицированного суждения о функциональном состоянии сердечно-сосудистой системы крайне важно знать исходные показатели, сравнение с которыми дает возможность, например, преподавателю физкультуры в школе, допускать или не допускать учащегося на урок физкультуры. Мы думаем, что не откроем ничего нового, если станем утверждать, что очень часто дозирование физической нагрузки на уроке физкультуры в школе учитель проводит без предварительного контроля частоты сердечных сокращений до нагрузки.

Только благодаря нагрузочному тестированию мы можем с определенной долей уверенности судить о функциональных возможностях гемодинамики физкультурника и спортсмена, а также больного человека.

Цель исследования: дать критическую оценку используемым в практике спортивной медицины тестам для оценки функционального состояния сердечно-сосудистой системы физкультурников, спортсменов и больных людей.

Характеристика анализируемого материала. Для оценки и контроля функционального состояния сердечно-сосудистой системы широко используются простые, валидные и сравнительно информативные показатели, характеризующие особенности работы сердца как единственного гемодинамического насоса, так и артериальных сосудов, т.е. аппарата кровообращения в целом. Исследованию подлежат частота сердечных сокращений, величины систолического и диастолического давления. С этой целью в нашей стране применяются одномоментные, двухмоментные и трехмоментные

функциональные пробы, в том числе Мартинэ–Кушелевского, Летунова, Карпмана, Руффье [1, 2, 5, 6]. В практике спортивной медицины нашел широкое применение индекс Робинсона [4, 9], т.н. «двойное произведение», позволяющее (табл. 1) косвенным путем судить о функциональных возможностях миокарда [3].

Таблица 1
Оценка состояния сердечно-сосудистой системы по индексу Робинсона

Оценка состояния	Значения индекса Робинсона
Отличное Функциональные возможности и резервы сердечно-сосудистой системы отличные	69 и менее
Хорошее Функциональные возможности и резервы сердечно-сосудистой системы в норме	70–84
Среднее Следует думать о недостаточности функциональных возможностях сердечно-сосудистой системы	85–94
Плохое Признаки нарушения регуляции деятельности сердечно-сосудистой системы	95–110
Очень плохое Регуляция деятельности сердечно-сосудистой системы нарушена	111 и больше

Изучение функционального состояния организма физкультурника и спортсмена даёт возможность оценивать также и уровень физической работоспособности, корректировать ход тренировочного процесса, подготовку к соревнованиям, степень утомления организма. Только комплексный учет результатов использования доступных методов исследования функциональных систем физкультурника и спортсмена и материалов, полученных при тестировании, позволят получить объективную оценку функциональной готовности организма спортсмена.

Давая оценку существующим тестам при оценке функционального состояния физкультурника и спортсмена, следует четко себе представлять реальные возможности этих тестов. При проведении практических занятий по предмету «Спортивная медицина» у студентов 4 курса ИФК мы предлагаем к изучению значительное число функциональных проб с применением дозированных физических нагрузок для оценки функционального состояния спортсменов. Прежде всего, это одномоментная

проба Мартинэ–Кушелевского (20 приседаний за 30 с), с расчетом показателя качества реакции, предложенного Б.П. Кушелевским, а также комбинированная проба С.П. Летунова. При оценке физической работоспособности широко практикуем изучение Гарвардского степ-теста с расчетом соответствующего индекса, субмаксимального степ-теста PWC170 (в зависимости от возраста PWC130, PWC150) с обязательным расчетом максимального потребления кислорода.

Многолетний опыт педагогической и практической работы позволяет утверждать, что, к величайшему сожалению, не все из них дают нам развернутую и достоверную информацию о функциональном состоянии организма физкультурника или спортсмена, в том числе сердечно-сосудистой системы. Сразу оговоримся, что указанные пробы были предложены несколько десятков лет назад, и в процессе их практического использования многие, мы бы назвали, классические положения выполнения того или иного теста в силу тех или иных причин забываются и даже игнорируются.

В качестве примера укажем на широко известную функциональную пробу, которую часто называют пробой Мартинэ, и сейчас именуемую как проба с 20-ю приседаниями за 30 с. Проба проводится следующим образом и рекомендовалась в те годы только для начинающих и малотренированных спортсменов [8]. У физкультурника или спортсмена после 5-минутного отдыха в положении сидя трижды измерялось артериальное давление (АД) и подсчитывался пульс с одномоментными перерывами. Затем физкультурник или спортсмен выполнял 20 глубоких приседаний в течение 40 секунд и снова садился. После этого через каждую минуту измерялось АД, и подсчитывался пульс в течение 15–20 секунд. В норме артериальное давление к исходному значению возвращалось через 4 минуты, а частота пульса – через 3 минуты.

Проба же, в которой выполняется 20 приседаний за 30 с – это усовершенствованная Б. П. Кушелевским проба Мартинэ, поэтому целесообразнее именовать её как проба Мартинэ–Кушелевского. Подчеркиваем, что проба 20 приседаний за 30 секунд проводится чаще всего физкультурникам или спортсменам, имеющим низкий уровень спортивной квалификации. Критериями ее оценки являются: во-первых, частота сердечных сокращений; во-вторых, характер реакции систолического артериального давления; в-третьих, характер реакции диастолического артериального давления; в-четвертых, продолжительность времени их восстановления до исходных значений – т.н. период восстановления.

В отношении пробы выскажем ряд суждений. Встает вполне логичный вопрос о том, является ли нагрузка в виде 20-ти приседаний дозированной? Подчеркнём, что проба широко используется в практике спортивной медицины при тестировании спортсменов и физкультурников различного возраста, пола, физического развития (имеем в виду длину тела, длину нижних конечностей, массу тела), что не может не отражаться на её результатах. Смеем предположить, что мы можем получить разный результат, т.к. физическая работа будет не одинаковой. Кроме того, сам термин «приседание» не регламентирует нам величину угла сгибания в коленном суставе, а это, в свою очередь, может отразиться как на времени выполнения теста, так и числе выполненных приседаний. Не можем не согласиться с мнением С. П. Сидорова с соавт. [7], которые в 2009 году в журнале «Физкультура в профилактике, лечении и реабилитации» (к сожалению, прекратившего издаваться) весьма обстоятельно указали на необходимость корректного выполнения методики функциональной пробы с 20 приседаниями при оценке состояния сердечно-сосудистой системы юных спортсменов.

Следующее положение – период восстановления, который может длиться в зависимости от функционального состояния сердечно-сосудистой системы от 60 до 240 и даже 300 с. Следовательно, за норму мы принимаем значения ЧСС в 60 и 240 с. Получаем большой временной разброс.

Далее. В оценке пробы важное значение придается характеру предшествующей тестированию физической нагрузки. Кроме того, нельзя игнорировать то обстоятельство, что тестирование может быть выполнено в различное время светового дня и совершенно разными специалистами, например, врачами физкультурного диспансера.

В системе комплексной оценки функционального состояния сердечно-сосудистой системы как учителями физической культуры школ, так и тренерами специализированных ДЮСШ широко используется простая в исполнении проба (индекс) Руффье, рассчитываемый по формуле

$$ИР = \frac{4 \cdot (ЧСС1 + ЧСС2 + ЧСС3) - 200}{10},$$

где ЧСС1 – пульс за 15 с в состоянии покоя; ЧСС2 – пульс за первые 15 с первой минуты восстановления; ЧСС3 – пульс за последние 15 с первой минуты восстановления.

В отношении оценки полученных данных тестирования имеются разночтения. Так, например, с одной стороны, уровни функционального резерва сердца определя-

ли с учетом пяти градаций: меньше 3 – высокий уровень; 4–6 – выше среднего (хороший); 7–9 – средний; 10–14 – ниже среднего (удовлетворительный); больше 15 – низкий. С другой стороны, численные значения рассчитывались как менее 0 – атлетическое сердце; от 0,1 до 5 – «отлично», очень хорошее сердце; от 5,1 до 10 – «хорошо», т.е. хорошее сердце; от 10,1 до 15 – «удовлетворительно», сердечная недостаточность средней степени; от 15,1 до 20 – «плохо», т.е. сердечная недостаточность сильной степени. Только на основании пробы Руффье дети распределяются по трем группам здоровья: основная, подготовительная и специальная.

К основной группе относятся здоровые дети, у которых после прохождения медицинского осмотра и по результатам пробы Руффье не выявлено никаких отклонений. Они могут заниматься физкультурой по общей программе, а также участвовать в различных спортивных соревнованиях.

К подготовительной группе относятся дети, у которых выявлены незначительные отклонения в состоянии здоровья, а индекс Руффье низкий. Дети этой группы занимаются по основной программе, но освобождены от физических нагрузок в виде участия в кроссах и спортивных соревнованиях.

В специальную группу входят дети, чье состояние здоровья требует индивидуального подхода при физической нагрузке. Нередко бывает так, что по состоянию здоровья ребенок относится к основной физкультурной группе, тогда как значения индекса Руффье свидетельствуют о том, что имеет место сердечная недостаточность, и сердце может не выдержать физической нагрузки.

Мы специально заострили внимание на оценке результатов пробы, так как после этого теста многие из учащихся были необоснованно отнесены к специальной медицинской группе или даже вообще освобождены от уроков физкультуры. Возникает естественный вопрос – а почему? Мы склонны полагать, во-первых, что после трехмесячных летних каникул, во время которых дети не получали регулярных дозированных физических нагрузок, и, следовательно, не были готовы к тестированию, крайне трудно через минуту после проведенного теста добиться восстановления пульса до исходного значения. Во-вторых, индекс Руффье следует применять не у учащихся общеобразовательных школ, которым физические нагрузки даются в виде 45 минут три раза в неделю, а для достаточно тренированных лиц, например, учащихся спортивных школ, у которых физические нагрузки и чаще, и продолжительнее, и интенсивнее.

Большое значение проведению тестирования в практике спортивной медицины в 70–80 годах прошлого столетия уделено в Германии и Чехословакии. В нашей стране в издательстве «Физкультура и спорт» немецкими специалистами Х. Бубэ с соавт. в 1968 году [8] изданы тесты, используемые в практике спорта, в которых дан не только классический вариант выполнения индекса Руффье, но и приведена методика его расчета. В 1976 году в Чехословакии опубликована монография П. Благуша «Теория тестирования двигательных возможностей», которая была переведена и издана в СССР в 1982 году. Методика заключается в подсчете частоты сердечных сокращений в положении сидя после 5-минутного покоя (P1). Затем нагрузка в виде 30 глубоких приседаний в течение 30 с. Непосредственно за этим подсчет пульса в положении стоя (P2), который повторяется через минуту сидения (P3). Расчет индекса: < 0 – отлично; $0–5$ – хорошо; $6–10$ – посредственно; $11–15$ – слабо; > 15 – неудовлетворительно.

Для исключения ошибок при тестировании не следует забывать историю, а четко и последовательно выполнять тест, никоим образом не экспериментируя на физкультурнике или спортсмене.

В практике спортивной медицины Гарвардский степ-тест (ИГСТ) занимает достойное и почетное место. Метод был разработан в лаборатории утомления Гарвардского университета под руководством профессора D.B. Dill. С помощью Гарвардского степ-теста количественно оцениваются восстановительные процессы после дозированной мышечной работы. От ранее известных функциональных проб степ-тест отличается как характером выполняемой испытуемым нагрузки, так и формой учета результатов тестирования.

Тест заключается в 5-минутном восхождении на ступеньку высотой 50,8 см для мужчин и 43 см для женщин. Для детей и подростков время нагрузки и высота ступеньки меньше (табл. 2).

ИГСТ рассчитывается по формуле

$$\text{ИГСТ} = t \cdot 100 / (f_1 + f_2 + f_3) \cdot 2,$$

где t – время восхождения, с; f_1, f_2, f_3 – сумма пульса, подсчитываемого в течение первых 30 секунд на 2, 3 и 4-й минуте восстановления.

Оценка физической работоспособности по результатам Гарвардского степ-теста [2] в у.е. следующая: меньше 55 – плохо; 55–64 – ниже среднего; 65–79 – среднее; 80–89 – хорошо; 90 и больше – отлично.

При выполнении теста часто допускаются ошибки:

- несоблюдение правильного ритма;

- неполное выпрямление коленных суставов на ступеньке;
- неполное выпрямление тела на ступеньке;
- постановка ноги на пол на носок.

Таблица 2

Высота ступеньки и время восхождений при проведении Гарвардского степ-теста (Карпман В.Л. с соавт., 1988)

Группы испытуемых	Высота ступеньки, см	Время восхождений, мин
Мужчины (старше 18 лет)	50	5
Женщины (старше 18 лет)	43	5
Юноши и подростки (12–18 лет) с площадью поверхности тела, большей 1,85 м ²	50	4
Юноши и подростки (12–18 лет) с площадью поверхности тела, меньшей 1,85 м ²	45	4
Девушки (12–18 лет)	40	4
Мальчики и девочки 8–11 лет	35	3

На наш взгляд, существенным недостатком данного теста, во-первых, является то, что он не учитывает такие важные показатели, какими являются масса и длина тела испытуемого. Во-вторых, в том, что у лиц, имеющие разную длину и массу тела, при тестировании получается различная по величине работа, что значительно нарушает стандартизацию нагрузки. Доказательством этого является то, что, например, взрослые мужчины различного роста и, следовательно, имеющие различную длину ног, поднимаются на одинаковую по высоте ступеньку 50,8 см. В-третьих, не учитывается индивидуальная реактивность сердечно-сосудистой системы человека в 1-ю минуту восстановления. В-четвертых, и этот пункт мы считаем особенно важным, нет возможности определить количественные величины максимального потребления кислорода.

Что касается степ-теста PWC170, то целесообразность его использования не вызывает сомнений, так как тренер или врач спортивной команды в течение небольшого времени получают достаточно исчерпывающую информацию о показателях физической работоспособности спортсмена на день проведения теста. Очень важно, что при тесте можно оценить не только физическую работоспособность, но и максимальное потребление кислорода. В методике степ-теста по В.Л. Карпману, к сожалению, не

проводится оценка того 3-минутного отрезка времени, который испытуемый проводит сидя на ступеньке. Прежде всего, мы имеем в виду важнейшие показатели центральной гемодинамики – частоту пульса и величину артериального давления. Следовательно, мы не владем информацией о том, что же происходит с центральной гемодинамикой непосредственно после, в данном случае, первой нагрузки.

Можно заключить, проблема стандартизации процедур контроля в практике спортивной медицины приобретает международный характер, о чем свидетельствует создание в 1964 году Международного комитета по стандартизации тестов физического развития и выпуск программы «Измерение физической пригодности человека». В неё вошли пять разделов: личные данные и учёт занятий спортом, данные медицинского обследования и состояния здоровья, телосложение и конституция испытуемых, физиологическая реакция организма на физическую нагрузку, уровень физических достижений, что достаточно подробно отражено в книге М.В. Зациорского «Основы спортивной метрологии» в 1979 году.

Выводы

- В практике спортивной медицины для оценки функционального состояния сердечно-сосудистой системы у физкультурников и начинающих спортсменов целесообразно использовать простую и достаточно информативную пробу Мартинэ–Кушелевского, а также расчетный индекс Робинсона. При этом они должны осуществляться по классическим методикам.

- Индекс Руффье целесообразно использовать у квалифицированных спортсменов и только по авторскому варианту.

- Индекс Гарвардского степ-теста не дает информации о значениях максимального потребления кислорода, не учитывает массу тела и длину тела, что приводит к погрешностям в оценке физической работоспособности.

- Степ-тестирование PWC170 для определения физической работоспособности с расчетом максимального потребления кислорода по В.Л. Карпману должно занять прочное место в практике спортивной медицины.

Список литературы

1. Гуртова М.Н. Физическая работоспособность мальчиков 7–9 лет, больных аллергическим ринитом, на начальном этапе занятий спортом / М.Н. Гуртова, Е.Т. Колунин, Н.Я. Прокопьев. // Медицинская наука и образование Урала. – 2013. – № 3(75). – С. 80–82.
2. Карпман В.Л. Тестирование в спортивной медицине / В.Л. Карпман, З.Б. Белоцерковский, И.А. Гудков. – М.: ФИС, 1988. – 208 с.
3. Кудря О.Н. Показатели физиологических систем организма спортсменов на разных этапах годового цикла / О.Н. Кудря, В.В. Вернер. // Теория и практика физической культуры. – 2008. – № 7. – С. 67–71.
4. Михалюк Е.Л. Функциональные пробы в медицине спорта: положительные и отрицательные стороны их

проведения / Е.Л. Михалюк, В.В. Сыволап, И.В. Ткалич, С.И. Атаманюк // Актуальні питання фармацевтичної і медичної науки та практики. – 2010. – Випуск XXIII, № 1. – С. 93–96.

5. Прокопьев Н.Я. Оценка физической работоспособности и функционального состояния сердечно-сосудистой системы учащихся города Тюмени / Н.Я. Прокопьев, С.Г. Марьинских. // Вестник Тюменского государственного университета. – 2011. – № 6. – С. 127–133.

6. Прокопьев Н.Я. Физическая работоспособность и функциональные резервы сердечно-сосудистой системы учащихся г. Тюмени / Н.Я. Прокопьев, С.Г. Марьинских, В.И. Назмутдинова. // Вестник Шадринского государственного педагогического университета. – 2011. – № 1 (10). – С. 142–148.

7. Сидоров С.П. Значение корректного выполнения методики функциональной пробы с 20 приседаниями при оценке состояния сердечно-сосудистой системы юных спортсменов / С.П. Сидоров, А.М. Перхуров, О.С. Штефан. // Физкультура в профилактике, лечении и реабилитации. – 2009. – № 2 (29). – С. 39–44.

8. Тесты в спортивной практике / Х. Бубэ, Г. Фэк, Х. Штублер, Ф. Трогш. – М.: ФИС, 1968. – 239 с.

9. Robinson B.F. Relation of heart rate and systolic blood pressure to the onset of pain in angina pectoris // Circulation. – 1967. – Vol. 35, № 6. – P. 1073–1083.

References

1. Gurtovaya M.N. Fizicheskaya rabotosposobnost' mal'chikov 7-9 let, bol'nyx allergicheskim rinitom, na nachal'nom e'tape zanyatij sportom / M.N. Gurtovaya, E.T. Kolunin, N.Ya. Prokop'ev. // Medicinskaya nauka i obrazovanie Urala. 2013. no. 3(75). pp. 80–82.
2. Karpman V.L. Testirovanie v sportivnoy medicine / V.L. Karpman, Z.B. Belocerkovskij, I.A. Gudkov. M.: FIS, 1988. 208 p.
3. Kudrya O.N. Pokazateli fiziologicheskix sistem organizma sportsmenov na raznyx e'tapax godichnogo cikla / O.N. Kudrya, V.V. Verner. // Teoriya i praktika fizicheskoy kul'tury. 2008. no. 7. pp. 67–71.
4. Mixalyuk E.L. Funkcional'nye proby v medicine sporta: polozhitel'nye i otricate'nye storony ix provedeniya / E.L. Mixalyuk, V.V. Syvolap, I.V. Tkalic, S.I. Atamanyuk. // Aktual'ni pitannya farmacevtichnoї i medichnoї nauki ta praktiki, 2010. Vipusk XXIII, no. 1. pp. 93–96.
5. Prokop'ev N.Ya. Ocenka fizicheskoy rabotosposobnosti i funkcional'nogo sostoyaniya serdechnososudistoy sistemy uchashhixsya goroda Tyumeni / N.Ya. Prokop'ev, S.G. Mar'inskix. // Vestnik Tyumenskogo gosudarstvennogo universiteta, 2011. no. 6. pp. 127–133.
6. Prokop'ev N.Ya. Fizicheskaya rabotosposobnost' i funkcional'nye rezervy serdechnososudistoy sistemy uchashhixsya g. Tyumeni / N.Ya. Prokop'ev, S.G. Mar'inskix, V.I. Nazmutdinova. // Vestnik Shadrinskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta. 2011. no. 1 (10). pp. 142–148.
7. Sidorov S.P. Znachenie korrektnogo vypolneniya metodiki funkcional'noj proby s 20 prisedaniyami pri ocenke sostoyaniya serdechno-sosudistoy sistemy yunyx sportsmenov / S.P. Sidorov, A.M. Perxurov, O.S. Shtefan. // Fizkul'tura v profilaktike, lechenii i rehabilitacii. 2009. no. 2 (29). pp. 39–44.
8. Testy v sportivnoy praktike / X. Bube', G. Fe'k, X. Shtyubler, F. Trogsh. M.: FIS, 1968. 239 p.
9. Robinson B.F. Relation of heart rate and systolic blood pressure to the onset of pain in angina pectoris // Circulation, 1967. Vol. 35, no. 6. pp. 1073–1083.

Рецензенты:

Дуров А.М., д.м.н., профессор кафедры управления физической культурой и спортом, ФГБОУ ВПО «Тюменский государственный университет» Министерства образования и науки Российской Федерации, г. Тюмень;

Койносов П.Г., д.м.н., профессор, заведующий кафедрой физического воспитания, лечебной физкультуры и врачебного контроля, ГБОУ ВПО «Тюменская государственная медицинская академия» Министерства здравоохранения РФ, г. Тюмень.

Работа поступила в редакцию 04.02.2014.